Der Moschuspilz (Nectria moschata).

Von

Dr. Hugo Glück,
Privatdocenten für Botanik an der Universität Heidelberg.

Mit Taf. XV u. XVI.

Einleitung.

Der Moschuspilz ist ein Pilz, den man lange Zeit den Fungi imperfecti eingereiht hatte, unter dem Namen *Fusarium aquaeductuum* v. Lagerheim (= *Selenosporium aquaeductuum Radlkofer*, *Fusisporium aquaeductuum Kitasato*). Sein Mycel besteht aus farblosen, verzweigten und mehrzelligen Hyphen, die seitlich schmale, sichelförmige, gekrümmte Conidien erzeugen. Der Name Moschuspilz rührt von dem in Reinculturen stets auftretenden moschusartigen Geruch her. Der ursprüngliche Entdecker des Pilzes ist Radlkofer, der (l. c. p. 10) im Jahr 1863 folgende Diagnose aufstellt:

»Selenosporium aquaeductuum, stromate libere evoluto, carnoso-floccoso, stratum gelatinoso-fibrosum, dilute flavidum formante; floccis septatis, plus minus ramosis, saepius flexuosis, fructiferis erectis; sporis in superiore floccorum parte lateralibus, sparsis, interdum oppositis vel binatis, falcatis, utrinque acutis, septatis, 1-polyblastis, 0,0245—0,599 mm longis, 0,0027—0,004 mm latis.«

Abgesehen von Radlkofer sind es eine Reihe anderer Autoren, wie B. Eyferth, J. Heller, S. Kitasato und von Lagerheim gewesen, die uns über das Vorkommen und die biologischen Eigenschaften des Moschuspilzes wertvolle Mitteilungen machten. Aber dennoch blieb die systematische Stellung des Pilzes eine rätselhafte. Im Jahre 1895 ist es mir jedoch zum ersten Mal gelungen, auf experimentellem Wege den Zusammenhang des Conidienmycels mit einem Ascomyceten nachzuweisen. Die bis dahin unbekannten Schlauchfrüchte sind unter besonderen Existenzbedingungen in der Cultur zur Entwickelung gekommen. Ich habe den Pilz mit einem neuen Namen, *Nectria moschata*, belegt, um denselben am rechten Platze

im System unterzubringen; und die alte Bezeichnung, *Fusarium aquaeductuum* für das conidienbildende Mycel ist überflüssig geworden. Die Resultate meiner Untersuchung habe ich seiner Zeit in einer kurzen Mitteilung in der Hedwigia (Band XXXIV.) veröffentlicht. Der Moschuspilz bietet nicht nur dem Mykologen, sondern auch dem Hygieniker und Biologen manches Interessante; ich möchte daher in eingehenderer Weise, wie das früher geschehen konnte, meine angestellten Beobachtungen publicieren.

Die vorliegende Arbeit wurde im Jahre 1895 im kryptogamischen Laboratorium der Universität Halle a. S. unter Leitung von Prof. Dr. W. Zopf von mir begonnen und in ihren Hauptzügen ausgearbeitet. Der Pilz wird seitdem von mir in Cultur erhalten, indem ich sein Conidienmycel in jedem Semester auf ein neues Substrat übertrage. Herr Medicinalrath Dr. H. Rehm in Neufriedenheim bei München hatte die Güte, mir über die systematische Stellung des Pilzes eine wertvolle Mitteilung zugehen zu lassen. Ich spreche auch an dieser Stelle den beiden genannten Mykologen meinen besten Dank aus. Die nachstehende Arbeit umfasst 9 Abschnitte. Es enthalten dieselben:

1. Das Vorkommen und die bisher bekannte Verbreitung des Moschuspilzes.
2. Die Perithecienbildung.
3. Die Entwickelung der Schlauchsporen.
4. Das Conidien bildende Mycel und die Conidien.
5. Die Gemmenbildung.
6. Die parasitische Lebensweise des Pilzes.
7. Systematische Stellung des Pilzes.
8. Physiologisches.
9. Die Nomenclatur.

I. Vorkommen und bisher bekannte Verbreitung des Moschuspilzes.

Es dürfte nicht überflüssig erscheinen, auf das Vorkommen und die bisher bekannte Verbreitung des Moschuspilzes etwas näher einzugehen. Handelt es sich doch um einen Pilz, der für den Hygieniker nicht uninteressant ist und der sicherlich eine sehr weite Verbreitung besitzt, bis jetzt aber nicht beachtet wurde. Alle im Nachstehenden gemachten Mitteilungen beziehen sich ausschließlich auf das Conidienmycel des Pilzes, das an seinen sichelförmigen Conidien, sowie an seinem Moschusgeruch, der in Reinculturen stets auftritt, leicht erkennbar ist.

1. Vorkommen des Moschuspilzes in Wasserleitungen grösserer Städte.

L. Radlkofer, der Entdecker des Moschuspilzes, hat denselben im Jahre 1862—63 in einem Stollen der Münchener Wasserleitung beobachtet, der jedoch nicht zu Trinkzwecken diente. Der Pilz bildete auf dem Boden

des cementierten Leitungsrohres handbreite, zollhohe und am Rande zerfasernde Polster, mit welchen gleichzeitig außer anderen niederen Organismen Zoogloeen von Bacterium Termo vergesellschaftet auftraten. Die Massenentwickelung des Pilzes, die in die Monate August—December fällt, bringt Radlkofer in Zusammenhang mit dem Brauereibetrieb, insbesondere mit der Bereitung der Gerste. v. Lagerheim (l. c. p. 656 f.) hat ferner den Moschuspilz in Upsala und in Würzburg beobachtet und teilt uns zunächst über sein Auftreten in Upsala folgendes mit:

»Besonders reich war der Pilz im zootomischen Institut zu Upsala entwickelt. In dem Zinkrohr, durch welches das Wasserleitungswasser, das zuerst ein Spülbecken von Zink zu passieren hat, fließt, bildete der Pilz große grauweiße Schleimmassen, welche an der Öffnung des Rohres als lange Fetzen herunterhingen. An der Wand, nahe der Öffnung des Zinkrohres, wo es ziemlich feucht war, zeigte sich der Pilz als bleichrote Kissen. Etwas weiter oben an der Wand, wo die Feuchtigkeit nicht so groß war, waren die Pilzkissen nicht so deutlich und hatten eine bräunliche Farbe. An den fast trockenen Teilen der Wand bildete der Pilz einen lederartigen, schwarzbraunen Überzug.« Weiter trat nach Lagerheim's Mitteilung der Pilz in dem Leitungswasser des pathologischen Institutes zu Upsala auf. Und endlich beobachtete ihn genannter Autor an der Wasserleitung eines größeren Cafés in der Stadt Würzburg. Daselbst bildete der Pilz kleine, bleiche Schleimmassen auf einem Drahtgitter, auf welches aus einer Fontäne Trinkwasser herabtröpfelte.

2. Vorkommen des Pilzes im Schleimfluss eines Baumes.

Von mir selbst wurde der Pilz bei Halle a. S. im Frühling 1895 aufgefunden, auf einer von der Saale gebildeten Insel (Rabeninsel) in nächster Nähe der Stadt. Und zwar war es die Schnittfläche eines Eichenstumpfes, die durch den noch reichlich emporsteigenden Saft stets feucht gehalten war, und dadurch dem Moschuspilz die nötigen Existenzbedingungen darbot. Fast die ganze Schnittfläche des Baumstumpfes war mit einer schleimigen und weinrötlichen Pilzmasse überkleidet. Bei mikroskopischer Untersuchung des Schleimflusses stellte sich heraus, dass die rötliche Farbe von den Mycelfäden des Moschuspilzes hervorgerufen war, dessen sichelförmige Conidien in dem ganzen Schleimfluss zerstreut waren. Außer ihm waren noch andere undefinierbare Schimmelpilze, Hefezellen und Bacterien aufzufinden, die, soviel aus dem Geruch zu schließen war, den Schleimfluss bereits in Gärung versetzt hatten. Ich vermute, dass der Pilz durch die Saale auf den Baumstumpf verbracht wurde. Die Rabeninsel ist im Frühling und Herbst periodischen Überschwemmungen ausgesetzt und führt auch an dieser Stelle ziemlich viel organische Substanz mit sich.

3. Vorkommen des Pilzes im Flusswasser.

Eyferth (l. c. p. 690f.) beschreibt den Pilz aus der Umgegend von Braunschweig; und zwar hatte er sich an hölzernen Wasserrädern sowohl, als auch an eisernen Turbinen in so umfassenden Mycelien angesammelt, dass er dem Betrieb der Mühlenwerke hinderlich wurde. Der Pilz vegetierte da das ganze Jahr über, erreichte aber den Höhepunkt seiner Entwickelung im Herbst und Winter. Die Massenentwickelung des Pilzes bringt Eyferth in Zusammenhang mit dem Betrieb der dortigen Zuckerfabriken.

Nach Angabe von S. Bandmann kommt in den Abwässern der Breslauer Canäle das *Fusisporium Solani* vor, neben vielen anderen Pilzen, die genannter Autor auf dem Wege der Cultur isolierte. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass es sich hier um eine Verwechselung mit dem *Fusarium aquaeductuum* handelt.

4. Sporadisches Vorkommen des Moschuspilzes.

S. Kitasato hat den Moschuspilz im Winter 1886/87 in Gelatineculturen in dem hygienischen Institut zu Berlin aufgefunden. Und J. Heller (p. 97) auf einem anatomischen Präparat in dem jüdischen Krankenhaus zu Charlottenburg. Jedenfalls handelt es sich in beiden Fällen um eine Verschleppung des Pilzes, bei welcher Leitungswasser als Vermittler angesehen werden darf.

II. Perithecienbildung des Moschuspilzes.

Den wichtigsten Bestandteil des von mir aufgefundenen Schleimflusses bildete der Moschuspilz. Seine im durchfallenden Licht farblosen, vielzelligen und verzweigten Hyphen erzeugen seitlich zahlreiche sichelförmige Conidien (cfr. Abschnitt IV.). Abgesehen von dem Moschuspilz traten aber auch verschiedene, nicht näher definierbare Schimmelpilze, Hefezellen, sowie zahlreiche Bacterien in dem Schleimfluss auf.

Für mich war es zunächst von Wichtigkeit den im Schleimfluss befindlichen Pilz mit den Sichelconidien zu isolieren, um Reinculturen zu erzielen. Die Methode, mit der dies geschah, war folgende:
Ich verdünnte einige Tropfen des Schleimflusses mit mehreren cbcm sterilisierten Wassers. Diese so verdünnte Lösung wurde nun zur Herstellung einer ganzen Anzahl von Schälchenculturen verwendet. Diese wurden mit Pflaumendecoct-Gelatine hergestellt und je nach dem mit einem bis mehreren Tropfen der Lösung versetzt. Auf diesem Substrat haben sich, abgesehen von zahlreichen anderen Pilzen auch die Sichelconidien zu kleinen kreisrunden Mycelien entwickelt, die durch ihre weinrötliche Farbe, durch ihre hautartige Beschaffenheit, durch Bildung zahlreicher Sichelconidien sowie

durch intensiven Moschusgeruch sich auszeichneten. Es konnte für mich jetzt keinem Zweifel mehr unterliegen, dass der vorliegende Pilz der von anderen Autoren bereits beschriebene Moschuspilz, *Fusarium aquaeductuum* ist. Von den so gebildeten Mycelien konnten jetzt Reinculturen hergestellt werden, die wiederum das Ausgangsmaterial für Massenculturen lieferten. Zu diesen Massenculturen wurden mittelgroße Erlenmeyer'sche Kolben verwendet mit seitlich angesetztem Tubus, der zur Einführung des Impfmaterials diente. Die Culturflaschen wurden beschickt mit Rinden- und Holzstückchen von *Quercus*, die mit sterilisiertem Pflaumendecoct übergossen waren. Die Culturgefäße wurden vor der Impfung einer discontinuirlichen, achttägigen Sterilisation unterworfen. —

Die Culturflaschen wurden nach der Impfung an einen mäßig belichteten Ort auf einen Schrank des Laboratoriums gestellt. —

In den Culturflaschen zeigte sich auch sehr bald die Entwickelung röt- licher Mycelien, die erst auf den Holzstückchen, soweit sie mit Flüssigkeit durchtränkt waren, begann; später breitete sich das Mycel auch auf der Oberfläche der Culturflüssigkeit aus und kroch, nachdem diese bedeckt war, auch noch ein Stück weit an den Wänden der Glasflaschen empor. Nach Verlauf von vier Wochen konnte ich mit bloßem Auge wahrnehmen, dass auf den die Culturflüssigkeit überragenden Holzstückchen, sowie in der auf der Flüssigkeit befindlichen Mycelschicht sich zahlreiche, winzige, erhabene Punkte gebildet hatten. Ich öffnete nun unter allen Vorsichtsmaßregeln eine der Culturflaschen, um ihren Inhalt näher zu prüfen. Die kleinen Punkte erwiesen sich als die Perithecien eines unbekannten Ascomyceten. Ich habe diesen neuen Schlauchpilz in meiner unten angeführten Mitteilung (p. 254) mit dem Namen *Nectria moschata* belegt[1]).

Die Schlauchfrüchte in der Myceldecke, unter der sich die Culturflüssigkeit jetzt zurückzuziehen begann, waren mit ihrer ganzen unteren Hälfte in das dicht verflochtene Mycel eingesenkt; während die auf den Holzstückchen gebildeten Perithecien nur von ganz lockeren Hyphen umsponnen waren, mit welchen erstere an ihrer Unterlage eben festgehalten wurden (cfr. Taf. XV. Fig. 1—5). Die Perithecien sind von weicher, fast etwas fleischiger Consistenz; sie erreichen kaum die Länge eines halben Millimeters und sind mit bloßem Auge gut wahrnehmbar. Ihre Länge beträgt 200—205 μ und ihre Breite 130—260 μ. Die Gestalt der Perithecien ist in der Regel die einer Kochflasche, mit kugeligem Bauchteil, von dem sich der cylindrische Halsteil deutlich absetzt; seltener sind sie birnenförmig. Im

1) Nicht unerwähnt mag bleiben, dass schon v. Lagerheim (l. c. p. 659) die Vermutung ausgesprochen hat, es möchte *Fusarium aquaeductuum* dem Entwickelungskreis eines Ascomyceten (Hypomyces?) angehören. Für eine solche Annahme machte v. Lagerheim die Existenz zahlreicher Perithecienanfänge geltend, die in den trockenen Mycelpartien des Pilzes an der Wand des zootomischen Institutes zu Upsala sich vorfanden.

auffallenden Licht betrachtet, haben die Schlauchfrüchte ein blassbraun-rötliches Aussehen. Normaler Weise besitzt jedes Perithecium nur einen Hals. Unter zahlreichen Perithecien, die ich durchmusterte, fand ich eines, das zwei, fast parallel stehende Hälse besaß (Fig. 3 links); eines hatte drei hintereinander stehende, parallele Hälse; und zwei Perithecien fand ich, die je zwei diametral sich gegenüber stehende Hälse hatten.

Der Peritheciumhals ist cylindrisch und oben stumpf kegelig zugespitzt. Seine Länge beträgt 54—162 μ und seine Breite 49—92 μ. Die Außenseite des Halses zeigt eine papillöse Beschaffenheit infolge dicht gedrängter kugeliger Zellen (Fig. 4 u. 5). Durch vorsichtiges Zerdrücken des Halses unter dem Deckglas lässt sich der Zusammenhang der kugeligen Zellen mit den übrigen Hyphen feststellen. Die kugeligen Teile bilden allemal das Ende von Hyphen, die mit ihrer kugelig angeschwollenen Spitze nach der Peripherie zu divergieren (Fig. 6). Ein solches Hyphenende hat bald kugeliges, bald eiförmiges, bald birnenförmiges Aussehen; es besteht aus 1—3 Zellen mit ziemlich derber Membran und ist die 2—5 mal so dick als die Zellen der zugehörigen Hyphe. Die Spitze des Peritheciumhalses ist stumpf, kegelförmig und besteht aus radiär um das Ostiolum angeordneten Elementen, die von einer papillösen Beschaffenheit nichts zeigen.

Zum Studium des anatomischen Baues der Perithecien habe ich dieselben in Celloidin eingebettet und auf Längsschnitten untersucht. Der untere, kugelige Teil des Peritheciums (Fig. 5) besitzt eine ziemlich schwach entwickelte Wandung, die aus nur drei Lagen schmaler, länglicher Zellen sich aufbaut. Im Grunde des Peritheciums befindet sich ein schwach entwickeltes Hypothecium, von dem sich zahlreiche aufrecht stehende Asci erheben. Paraphysen sind keine vorhanden.

Die Asci (Fig. 7) sind schlank, schwach keulig-cylindrisch und farblos. Oben sind sie gerade abgestutzt infolge einer in das Innere vorspringenden Membranfalte. Diese Membranfalte hat die Gestalt eines kurzen Hohlcylinders.. Die Existenz einer solchen apicalen Membranfalte ist bereits durch die wertvollen Untersuchungen von W. Zopf für eine Reihe anderer Pyrenomyceten nachgewiesen worden (l. c. p. 24). So für *Hypocopra* (*insignis, fimicola*, *Rabenhorstii*, *maxima*), für *Coprolepa* (*equorum*), für *Hypocrea* (*Brefeldii*), für *Eusordaria* (*coprophila*) und für *Bertia* (*moriformis*). Besagte Membranfalte zeigt bei *Nectria moschata* weder mit Jod-Jod-Kali noch auch mit Chlorzinkjod eine Blaufärbung; was nach Zopf's Angabe (l. c. p. 24 f.) für die im Ascusscheitel von *Hypocrea Brefeldii* befindliche Membranfalte statt hat. Die Länge der Asci beträgt 78—100,8 μ und ihre Breite 5,6—8,4 μ (etwa in der Mitte gemessen).

Sporen (Fig. 7 und 8a) sind je 8 in je einem Ascus vorhanden; sie können 1- oder 2-reihig in demselben angeordnet sein. Die Sporen sind elliptisch, mit stumpfen Polenden und etwa doppelt so lang als breit. In der Regel sind sie zweizellig, selten einzellig. Ist die Spore zweizellig, so

sind die beiden durch eine Querwand gebildeten Teile gleichgroß; und nur ganz ausnahmsweise kommt es vor, dass der eine Teil der Spore doppelt so groß ist als der andere. Die Länge der Sporen beträgt 9,12—10,07 μ und ihre Breite 3,8—4,18 μ. Die Sporen haben einen schwach rötlichbraunen Schimmer.

Die Sporenentstehung geschieht ebenso wie bei vielen anderen Ascomyceten durch Ejaculation. Dabei werden die Sporen aus den winzigen Perithecien mehrere Centimeter weit emporgeschleudert, was ich mit Hilfe von Objectträgern, die in verschiedener Höhe über den Perithecien-Mündungen angebracht waren, leicht constatieren konnte. Die Sporen werden stets in Gruppen von je acht aus dem Perithecium herausgeschleudert; das heißt, je ein Ascus ejaculiert seinen Inhalt für sich. Jedenfalls sind auch bei *Nectria moschata* die Schlauchsporen z. T. durch ihre Membran und z. T. durch das sie umgebende Epiplasma zu einem gemeinschaftlichen Complex verkettet, so dass also die Ejaculation isolierter Sporen ausgeschlossen ist. Wenigstens hat W. Zopf in seiner bereits citierten Arbeit über die Sporenentleerung für die Sondarieen (*Hypocopra*, *Coprolepa* und *Hansenia*) den Nachweis geführt, dass eine gleichzeitige Ejaculation von je acht Sporen deshalb möglich ist, weil diese mit einander verkettet sind. Und zwar kommt die Verkettung bei diesen Gattungen dadurch zu stande, dass einmal die vergallertende Membran der Sporen diese zusammenklebt, und dass außerdem auch das die Sporen umhüllende Epiplasma diese als einheitlichen Complex zusammenhält.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch bei *Nectria moschata* die Asci vor der Ejaculation beträchtlich anschwellen, um sich durch den Peritheciumhals bis zum Ostiolum vorschieben zu können, so wie das Zopf für die Sondarieen nachgewiesen hat. Leider war es mir nicht möglich, das Verhalten der Asci direct vor und während der Ejaculation zu studieren, da die Perithecien der *Nectria moschata* keineswegs die durchsichtige Beschaffenheit besitzen, wie diejenigen zahlreicher Sordarien. So viel aber habe ich mit Sicherheit constatieren können, dass in dem Moment der Ejaculation die Spitze des Ascus abgesprengt wird. Ich habe dieselbe gelegentlich neben ejaculierten Sporen auf dem Objectträger vorgefunden. Die biologische Function der Ringfalte an der Spitze der Asci besteht — wie die gemachten Beobachtungen zeigen — also darin, als Verstärkungsmechanismus zu dienen. Die Schläuche können zum Zwecke der Sporenentleerung niemals an der Spitze zerrissen werden; es muss vielmehr das unversehrte Ende des Ascus in Gestalt einer Kappe abgesprengt werden, wenn eine Entleerung des Ascus erfolgen soll. Diese von mir an *Nectria moschata* gemachten Beobachtungen stimmen in allen wesentlichen Punkten mit den von Zopf an gewissen Sordarien angestellten überein.

Die Wandung des Peritheciumhalses ist im Vergleich zu derjenigen des Bauchteiles sehr stark und besteht aus mehreren Lagen schräg ver-

laufender Zellreihen. Jede dieser Zellreihen, die kurzen Hyphen entsprechen, verläuft nach außen zu in eine Halspapille, wie ich sie oben geschildert habe. Im Inneren wird der Peritheciumhals ausgekleidet von zahlreichen Periphysen. Nach der Mitte des Halses zu convergieren sie und lassen hier einen engen Canal, der den Sporen den Austritt gestattet. Durch vorsichtiges Zerquetschen eines Längsschnittes durch den Peritheciumhals gelingt es, wenn auch nicht ganz leicht, die Periphysen zu isolieren. Sie bestehen aus kurzen, mehrzelligen Hyphen, die sehr schmal sind und nur hier und da eine schwache Verästelung aufweisen.

III. Die Entwickelung der Schlauchsporen.

So groß auch die Wahrscheinlichkeit sein mochte, dass die in den Culturflaschen gebildeten Perithecien aus den Conidien des *Fusarium aquaeductuum* sich entwickelt haben, so war das von mir angestellte Experiment doch nicht ganz einwandsfrei. Ich bemühte mich daher den Beweis zu führen, dass die von mir cultivierten Schlauchfrüchte und das conidienbildende Mycel von *Fusarium aquaeductuum* in directem Zusammenhang stehen. In der That ist es mir gelungen, diesen Beweis in der schönsten Weise durchzuführen.

Ejaculierte Sporen, die ich auf oben besagte Methode auf sterilisierten Objectträgern, ev. Deckgläschen aufgesammelt hatte, wurden mit einem Tropfen sterilisierter Pflaumendecoctlösung vermengt und in einer auf dem Objectträger angebrachten feuchten Kammer unter dem Mikroskop einer ständigen Beobachtung unterworfen. In den ersten Stunden trat keine Veränderung mit ihnen ein; dann aber zeigte sich, dass die Sporenhälften allmählich anschwellten. Nach 10-stündigem Verweilen in der Nährlösung haben die Sporen semmelartige Gestalt angenommen (Fig. 8b). Und nach weiteren 5 Stunden ist an der Spitze der einen Sporenhälfte oder auch an deren Seite ein Keimschlauch zum Vorschein gekommen (Fig. 8c), der glashell und sehr zart ist. Er ist, was auch für zahlreiche andere Pilzsporen bekannt ist, durch Ausstülpung der inneren Sporenmembran zu stande gekommen. Hat einmal der Keimschlauch etwa die Länge der Spore erreicht, so wird an der Basis des Keimschlauches, d. h. an seiner Ausstülpungsstelle eine Membran neu gebildet. 24 Stunden nach der Sporenaussaat konnte eine erneute Revision der Culturen stattfinden. Die Entwickelung hatte inzwischen einen wesentlichen Fortschritt gemacht (Fig. 9). Die Sporen hatten je 1—4 Keimschläuche getrieben, die an verschiedenen Stellen der Sporen zu sehen waren und in verschiedenen Stadien der Entwickelung standen. Die meisten von ihnen übertrafen die Sporen bereits um das Mehrfache an Länge. Auch zeigte sich eine deutliche Bildung von Querwänden in ihnen. Hier und da waren auch Keimschläuche zu finden, an denen bereits die Bildung von Seitenästen eingeleitet war. Die Ver-

zweigung der Keimschläuche ist eine monopodiale. Die Seitenäste entstehen durch Ausstülpung einer Hyphenzelle dicht unterhalb einer Querwand. 36 Stunden nach der Sporenaussaat wurden die Culturen einer abermaligen Controlle unterworfen. Sie hatten inzwischen einen wesentlichen Fortschritt in ihrer Entwickelung genommen (Fig. 10). Die Sporen hatten bereits zur Bildung kleiner Mycelien geführt; und zu meiner großen Freude war der Pilz bereits in das Stadium der Conidienbildung eingetreten. Die Hyphen producierten jetzt die so charakteristischen Sichelconidien des *Fusarium aquaeductuum*, die ja als Ausgangsmaterial für die Flaschenculturen verwendet worden waren. Was die Gestalt und Größe der neugebildeten Conidien anlangte, so waren diese keineswegs verschieden von denen, wie ich sie früher in dem Schleimfluss der Eiche beobachtet hatte. Die Art und Weise der Conidienbildung, wie sie an den Mycelien auf den Objectträgern auftrat, entsprach völlig derjenigen, wie ich sie früher in dem Schleimfluss beobachtet hatte, und wie sie auch von oben erwähnten Autoren bereits geschildert wurde. Das Sterigma (= S in Fig. 10b auf Taf. XVI), welches befähigt ist, durch Sprossung die Sichelconidien zu erzeugen, wird in der Regel von einer winzigen seitlichen Ausstülpung einer einfachen Hyphenzelle gebildet, die unterhalb einer Querwand ihre Entstehung nimmt; seltener repräsentiert das Sterigma das Ende einer terminalen Astzelle (Fig. 11), welches ebenfalls durch Membranausstülpung die Conidien erzeugt.

Die Bildung einer einzelnen Conidie beansprucht einen Zeitraum von wenigen Stunden, so dass man das allmähliche Heranreifen und Abfallen einer Conidie leicht auf dem Objectträger beobachten kann (siehe Fig. 11).

Vorstehende Untersuchung erbringt zur Genüge den experimentellen Beweis, dass die auf dem Wege der Cultur gewonnenen Schlauchfrüchte, die man bisher noch nie in freier Natur beobachtet hat, als Schlauchfructification zu dem als *Fusarium aquaeductuum* beschriebenen *Fungus imperfectus* gehören. Der Pilz darf somit mit vollem Recht die Bezeichnung *Nectria moschata* führen, und die Bezeichnung *Fusarium aquaeductuum* ist überflüssig geworden.

IV. Das Conidien bildende Mycel.

Das Conidienmycel kann in zwei Modificationen auftreten, je nachdem das Substrat mehr feucht oder mehr trocken ist. Im ersten Fall werden die Conidien in der Nährflüssigkeit gebildet, und im zweiten Fall werden sie in feuchter Atmosphäre gebildet.

1. Mycel mit Conidien, die in der Nährflüssigkeit gebildet werden.

Das conidienbildende Mycel, wie ich es aus Schlauchsporen, eventuell Conidien auf dem Objectträger züchtete, und das, welches ich in der freien Natur in dem Schleimfluss antraf, verhielten sich hinsichtlich der Entstehung

ihrer Conidien ganz gleich. Bei beiden fand die Conidienbildung in der Nährflüssigkeit statt. Die große Menge der Conidien, die man stets frei flottierend zwischen den farblosen, verzweigten Hyphen vorfindet, wird seitlich an dem Mycel gebildet (Fig. 12). Es sind winzige, papillenartige Sterigmen, die je eine seitliche Ausstülpung einer Hyphenzelle vorstellen. An ihnen findet eine Aussackung der Zellmembran statt (in Fig. 12 sind *a* und *b* zwei auf einander folgende Stadien einer solchen Ausstülpung), die allmählich die sichelförmige Gestalt der Conidien annimmt, und nachdem sie die definitive Größe einer solchen erreicht hat, an ihrer Basis durch Bildung einer neuen Querwand abgeschnürt wird (Fig. 12 *c*). Abgesehen von dieser gewöhnlichen, seitlichen Conidienbildung kann auch eine terminale stattfinden. Ein Sterigma bildet dann das Ende einer Astzelle, die befähigt ist, Conidien durch Aussprossung auf ganz ähnliche Weise, wie ich das eben geschildert habe, zu erzeugen (confer Fig. 11). Die terminale Conidienbildung in der Flüssigkeit ist weitaus seltener als die laterale. Auch v. Lagerheim berichtet über das Vorkommen von terminaler Conidienbildung (p. 658).

Ist die Nährflüssigkeit, in der sich das Conidienmycel befindet, der Erschöpfung nahe, so treten die einzelnen Pilzhyphen, sofern sie neben einander gelagert sind, in gegenseitige Verbindung (Fig. 13). Ich beobachtete solches besonders in älteren Objectträgerculturen. Eine ganz ähnliche Anastomosenbildung werden wir weiter unten von auskeimenden Conidien kennen lernen, die sich ebenfalls in ungünstigen Ernährungsbedingungen befinden.

2. Conidienmycel mit Conidien, die in der Luft an Conidienständen gebildet werden.

Eine derartige Conidienbildung habe ich bis jetzt immer nur in den großen Erlenmeyer'schen Culturflaschen erzielt. Anfänglich traten auch in ihnen nur Mycelien mit ebengeschilderter Conidienbildung auf. Nachdem sich aber einmal die Culturflüssigkeit mit einer dichten, mehrere Millimeter starken Decke von Pilzmycel überzogen hatte, traten z. T. auf dieser, z. T. auf den in die Luft ragenden Holzstückchen kleine, mit bloßem Auge wohl erkennbare Räschen auf, die da und dort eine Fläche von mehreren Quadratmillimetern bedeckten. Die Ursache, welche zur Bildung dieser Mycelräschen führte, dürfte einmal in dem kräftigen Nährboden zu suchen sein, der nicht so rasch erschöpft werden konnte, außerdem aber auch in dem Umstand, dass die in der Culturflasche befindliche Luftmenge stets dunstgesättigt war. Bei mikroskopischer Untersuchung der Mycelräschen zeigt sich, dass dieselben aus zahlreichen, lockeren und verticalen Conidienständen bestehen, die mehr oder minder compliciert gebaut sein können. Derartige Conidienstände habe ich in den Fig. 14 und 15 wiedergegeben. Ursprünglich bestehen wohl alle Conidienstände aus einfachen, verticalen

Seitenästen, wie sie zum Teil in Fig. 14 zu sehen sind, die terminal die Conidien abschnüren. Später wandeln sich diese einfachen Seitenäste in eigentliche Conidienstände um, dadurch, dass sie sich monopodial verzweigen. Die Seitenäste solcher Monopodien können sich ihrerseits auch wieder verzweigen und so zur Bildung sehr complicierter Conidienstände führen. Die Conidien werden von diesen letzteren an der Spitze der Astzellen abgeschnürt; laterale Conidienbildung, so wie ich das für die erste Modification des Conidienmycels angegeben habe, habe ich nicht auffinden können.

In wie weit die von Eyferth (p. 692) geschilderten Mycelpolster des *Fusarium aequaeductuum*, die sich ebenfalls aus verticalen Hyphen zusammensetzen, mit den von mir beobachteten Conidienständen übereinstimmen, muss ich zunächst dahin gestellt sein lassen.

Die Conidien.

Die Gestalt der Conidien (Fig. 12 und Fig. 16) ist sichelförmig; nach Angabe v. Lagerheim's mitunter auch wurst- oder keulenförmig. In der Regel sind sie einzellig, seltener zweizellig oder mehrzellig (cfr. Lagerheim, p. 657; Eyferth, p. 692; Heller, p. 98).

Conidien, wie sie in meinen Culturen auftraten, hatten eine Länge von 15—17,2 μ und eine Dicke von 2,5—3 μ. Nach J. Heller beträgt die durchschnittliche Länge derselben 20 μ und ihre Breite 1—3 μ, während die von Kitasato gegebenen Messungen geringer sind. Nach ihm maßen die Conidien 7—13 μ Länge und 1—1,5 μ Dicke. Abgesehen von den sichelförmigen traten in meinen Culturen auch winzige, eiförmige, schwach elliptische oder fast kugelige Conidien auf (Fig. 16 *b*). Ihre Länge betrug 3,6—5 μ. Diese »Mikroconidien« werden entweder an der Spitze sehr kurzer Seitenäste gebildet, oder auf winzigen lateralen Sterigmen, so wie ich das oben für die Sichelconidien angegeben habe. Die Bildung der »Mikroconidien« ist jedenfalls auf ungünstige Ernährungsbedingungen zurückzuführen. Ich habe sie bisher nur in Objectträgerculturen beobachtet, die mit gewöhnlichem Leitungswasser angesetzt waren. Ich fasse diese »Mikroconidien« morphologisch als rudimentär ausgebildete Sichelconidien auf. Eine Identificierung mit Chlamydosporen, wie sie *Hypomyces* besitzt, ist deshalb nicht möglich, da dieselben verhältnismäßig viel zu klein sind und dann weder eine derbe noch eine warzige Membran erkennen lassen, was ja bei den Chlamydosporen der Fall zu sein pflegt. Auch ist die Art und Weise der Entstehung genau die gleiche wie bei den Sichelconidien.

Keimung der Conidien.

Die Keimung der sichelförmigen Conidien hat bereits Kitasato (l. c. p. 367) und nach ihm v. Lagerheim (l. c. pag. 657) beobachtet. Ich kann die Angaben beider Autoren nur als richtig bestätigen. Die Keimung (Fig. 17) lässt sich stets leicht beobachten, wenn man einige Conidien in einen Tro-

pfen Nährlösung bringt. Meiner Beobachtung zufolge wird der Keimschlauch stets an einem Pol der Conidien gebildet, und seine Entstehung wird eingeleitet durch eine kleine cylindrische Membranaussackung (Fig. 17 *a*). Dieselbe verlängert sich sehr rasch zu einem farblosen, cylindrischen Keimschlauch (Fig. 17 *b* und *c*), der im Inneren Querwände bildet, um sich bald darauf monopodial zu verzweigen. In den späteren Stadien der Entwickelung verhalten sich diese Keimschläuche auf dem Objectträger ganz genau ebenso, wie ich das oben für die aus Schlauchsporen erwachsenen Keimschläuche geschildert habe. Es genügt daher, auf das oben Gesagte hinzuweisen.

Mitunter kommt es auch vor, dass die Aussackung, die sonst zum Keimschlauch auswächst, sofort wieder in eine Conidie sich umwandelt (Fig. 18). Wenn sich die Conidien unter ungünstigen Ernährungsbedingungen befinden, so treten, ähnlich wie bei den Hyphen, Anastomosen auf, und zwar wird die Verbindung allemal von den Keimschläuchen der jeweilig benachbarten Conidien hergestellt (Fig. 19). Etwas ähnliches hat auch v. Lagerheim in seinen Culturen beobachtet (l. c. p. 658).

V. Gemmenbildung.

Während die Conidien des Moschuspilzes hauptsächlich zur raschen Vermehrung der Art dienen, bilden die Gemmen Dauerzustände, mit denen der Pilz seine Existenz beim Eintritt ungünstiger Ernährungsverhältnisse viele Monate lang fristen kann.

Die Gemmen haben sehr verschiedenartige Gestalt (Fig. 20), bald sind sie cylindrisch, bald bisquitförmig, sehr häufig auch kugelig, elliptisch oder birnförmig; seltener trifft man Gemmen von halbkugeliger Form, die dann zu je zweien eine große kugelige Gemme ausmachen (wie bei *K* in Nr. 4 von Fig. 20). Die Gemmen erreichen eine Dicke von 10,8—19,2 μ und eine Länge von 4,8—20 μ. Ihre Membran ist stets dickwandig und deutlich in ein Endospor und Exospor differenziert; ihr Inhalt besteht der Hauptsache nach bald aus zahlreichen, einzelnen Öltröpfchen, bald aus einem einzigen großen Fettkörper, der dann die ganze Zelle ausfüllt.

Die Ursache der Gemmenbildung beruht stets auf ungünstigen Ernährungsbedingungen. In Objectträgerculturen, die nur mit Wasser angesetzt sind, treten die Gemmen ziemlich regelmäßig schon innerhalb acht Tagen auf, während z. B. auf Pflaumengelatine die Gemmenbildung erst nach mehreren Wochen eintritt. In gleicher Weise wie ein an Nährstoffen armes Substrat wirkt auch Eintrocknung des Nährbodens; es tritt auch dann Gemmenbildung ziemlich rasch ein.

Die Gemmen entstehen durch Umbildung vegetativer Hyphenzellen; erst tritt eine Anschwellung der betreffenden Zellen ein, dann ein Dickerwerden der Membran und Aufspeicherung von Fett. Die Gemmenbildung

kann sich auf jede Hyphenzelle, terminale wie intercalare, erstrecken. Wird eine ganze Hyphe in Gemmen verwandelt, so nimmt sie perlschnurartiges Aussehen an. Findet aber eine partielle Umbildung des Fadens in Gemmen statt, so sterben die übrigen vegetativen Zellen ab; sie werden durchsichtig, farblos, und hier und da zeigen sich winzige Öltröpfchen im Inneren (*v* in Fig. 20). Die Gemmen lösen sich leicht aus ihrem gegenseitigen Verband und repräsentieren dann isolierte Dauerorgane. Man möge auch das von v. Lagerheim und von S. Kitasato (l. c. p. 368) über Gemmenbildung Gesagte beachten; letzterer bezeichnet sie als Arthrosporen. Verbringt man die Gemmen in eine geeignete Nährlösung, so verhalten sie sich genau ebenso wie Schlauchsporen oder Conidien. Sie erzeugen Keimschläuche, von denen je 1—3 an einer Gemme auftreten können. Das spätere Geschick der Keimschläuche ist genau das gleiche, wie ich es oben für die Keimschläuche der *Ascus*-Sporen oder Sichelconidien geschildert habe.

Der Moschuspilz nimmt mit Rücksicht auf seine eigenartige Gemmenbildung eine ziemlich isolierte Stellung in seiner Gattung ein. Die von Brefeld[1]) für *Nectria Cucurbitula* aufgefundenen Gemmen mögen zum Teil denen des Moschuspilzes habituell ähnlich sein; hinsichtlich ihrer Entstehung unterscheiden sie sich aber wesentlich von ihnen. Während beim Moschuspilz die Gemmen durch Metamorphose vegetativer Hyphenzellen gebildet werden, entstehen sie bei *Nectria Cucurbitula* durch Metamorphose von Conidien, welche als winzige ovale Körperchen an künstlich gezüchteten Mycelien auftreten. Bei der Umbildung der Conidien in Gemmen findet zunächst eine Anschwellung derselben statt, auf welche ein Dickerwerden der Membran sowie Aufspeicherung von Fetttröpfchen im Inneren der Zelle folgt.

VI. Parasitäre Lebensweise des Moschuspilzes.

Bisher haben wir in dem Moschuspilz einen Saprophyten kennen gelernt, und es ist sehr wahrscheinlich, dass der Pilz normalerweise auch nur als Saprophyt auftritt. Ausnahmsweise besitzt er aber auch die Fähigkeit, parasitische Lebensweise zu führen, und vermag dann sowohl aus pflanzlichen als auch aus tierischen Organismen seinen Kohlenstoffbedarf zu nehmen.

Was zunächst die Wirtspflanze anlangt, die von dem *Fusarium aquaeductuum* befallen wird, so dürfte nach den von Eyferth gemachten Beobachtungen es ziemlich sicher sein, dass *Cladophora glomerata* als solche figurieren kann. Genannter Autor beobachtete, wie bei Braunschweig der Pilz in den Zellen der *Cladophora glomerata* auftrat, in die er jedenfalls als Parasit eingedrungen war, um sie später abzutöten. Die in den Algenzellen befindlichen Pilzmycelien wuchsen, in Cultur genommen, nach einiger

1) l. c. Heft X. p. 171 mit Fig. 20 auf Tafel IV.

Zeit aus, und erzeugten auf dem Objectträger die charakteristischen sichelförmigen Conidien.

Es dürfte nicht überflüssig sein, bei dieser Gelegenheit darauf hinzuweisen, dass es eine Reihe anderer *Fusarium*-Arten giebt, denen eine parasitische Lebensweise zugeschrieben wird; und zwar sollen von ihnen andere Pilze, besonders kleine Ascomyceten befallen werden. Man sehe z. B. das im Handbuch der Pilze von Zopf auf p. 272, 274 und 278 Mitgeteilte nach. Ob jedoch bei diesen Fusarien wirklich Parasitismus vorliegt, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Der Verdacht, dass die vermeintliche Wirtspflanze — sofern es sich nur um Ascomyceten handelt — als Schlauchfructification dem jeweiligen *Fusarium* angehört, liegt mit Rücksicht auf meine obige Untersuchung außerordentlich nahe.

An zweiter Stelle kann es auch, wie schon erwähnt, ein tierischer Organismus sein, der von dem Moschuspilz als Kohlenstoffquelle benutzt wird. Die einzige diesbezügliche Untersuchung ist von J. Heller angestellt worden. Bei genanntem Autor heißt es folgendermaßen:

»Spritzt man einem Frosche 1 ccm sterilisierter Nährbouillon unter die Rückenhaut, so hat der Eingriff keine nachweisbare Wirkung im Gefolge. Injiciert man dagegen dieselbe Menge einer Bouillon, in der eine Wucherung des Fusisporiums stattgefunden hatte, so tritt nach Beobachtungen an drei Fröschen schon nach 24 Stunden eine starke Aufblähung der Rückenhaut ein. Schneidet man den so entstandenen Sack an, so entleert sich nur wenig schaumige Flüssigkeit, ohne dass die Wände der Höhle zusammensinken. Mit dem Tode des Tieres verschwindet die Aufblähung sofort. Ein Frosch, dem am 12. Januar 1 ccm Fusisporiumbouillon injiciert war, ging am 6. Februar zu Grunde. Bei der Section fand sich unter jener Aufblähung eine blutig salzige Masse. In dieser sowohl wie in dem Blute der Leber, der Milz, der Niere, des Herzens waren sichelförmige Sporen zahlreich nachzuweisen. In Schnittpräparaten jedoch waren keine Pilzelemente zu finden. Ein anderer Frosch, der Mitte Februar auf dieselbe Weise injiciert wurde, starb nach etwa vier Wochen. Eine Section desselben konnte nicht vorgenommen werden. Es ist möglich, dass die Pilze durch Production irgend eines schädlichen Stoffes oder vielleicht auch durch chemische Umsetzung, die ein Teil von ihnen beim Absterben einging, den Tod der Tiere herbeigeführt haben; als bewiesen kann jedoch ein directer Zusammenhang der Fusisporieninjection mit dem Tode der Tiere nicht angesehen werden.«

VII. Systematische Stellung des Moschuspilzes.

Der Moschuspilz gehört, wie wir bereits wissen, der Gattung *Nectria* an, welche nach Saccardo's Sylloge Fungorum (Vol. II, IX und XI) etwa 213 Species umfasst. Die Gattung wird nach genanntem Autor in mehrere Subgenera gegliedert, von denen *Hyphonectria* diejenige sein dürfte, welcher

Nectria moschata zuzurechnen ist. Die von SACCARDO zu *Hyphonectria* gestellten Arten sind 20 an Zahl. Mit Rücksicht auf die papillöse Beschaffenheit des Peritheciumhalses nähert sich der Moschuspilz der Untergattung *Lasionectria*.

Das *Fusarium* bildet für den Moschuspilz eine für die systematische Stellung wichtige Nebenfructification. Fast alle Fusariumformen, deren Zusammenhang mit einer Schlauchfructification sicher feststeht, gehören in die Gattung *Nectria*. Einmal giebt es eine Reihe Nectrien, die man in der freien Natur in Begleitung von Fusarien antrifft[1]); und dann ist es BREFELD gelungen, auf dem Wege der Cultur aus den Schlauchsporen verschiedener Nectrien, ein *Fusarium* zu züchten[2]). Andere Conidienfructificationen dagegen sind bei *Nectria* selten[3]).

Wollten wir schließlich noch den an sich eigentlich unnötigen Versuch machen, das *Fusarium aquaeductuum* an der rechten Stelle der Gattung einzureihen, so stoßen wir auf einige Schwierigkeiten. *Fusarium* findet sich bei SACCARDO auf drei Untergattungen verteilt: 1) *Eu-Fusarium* (Conidien sichelförmig oder cylindrisch und mehrzellig), 2) *Fusamen* (Conidien ebenso, aber einzellig), 3) *Septosporium* (Conidien kurz eiförmig oder länglich und einzellig). Mit Rücksicht auf die Vielgestaltigkeit seiner Conidien könnte das *Fusarium aquaeductuum* einer jeden dieser drei Untergattungen zugeteilt werden. Es haben fernere Untersuchungen zu zeigen, ob es nicht eine Reihe anderer *Fusarium*-Arten mit polymorphen Conidien giebt. Die eben gegebene Einteilung wird aber dann in Zukunft auch nicht mehr haltbar sein.

Mit *Nectria moschata* können schließlich noch einige andere verwandte Arten verglichen werden. Zunächst *N. Vandae* und *N. Goroschankiniana* Wahrlich, zwei entwickelungsgeschichtlich gut gekannte Arten (WAHRLICH l. c.), die ihrer schuppigen Perithecien wegen zur Untergattung *Lepidonectria* gestellt werden. Das Mycel lebt endophytisch in den Wurzeln von *Vanda*-Arten. Ähnlich wie beim Moschuspilz hat man auch bei ihnen die Perithecien nur auf dem Wege der Cultur kennen gelernt. Bei beiden tritt eine doppelte Nebenfructification auf, eine Mikroconidien- und eine Makroconidienform. Die erstere wird gebildet von

---

1) Zu *Nectria depauperata* Cooke gehört *Fusarium Yuccae* Cke., zu *Nectria infusoria* Cooke u. Harkn. gehört *Fusarium Acaciae* Cooke u. Harkn., zu *N. Magnusiana* Rehm gehört *Fusarium Magnusianum* Allesch., zu *Nectria Selenosporii* Tul. gehört *Fusarium lateritium* f. *Mori* Desm. *N. Laurentiana* Em. und *N. Stilbosporae* Tul. besitzen nicht näher benannte *Fusarium*-Formen. (Nach SACCARDO's Sylloge Fungorum.)

2) So bei *Nectria ditissima*, *N. coccinea*, *N. episphaeria*, *N. sanguinea* und *N. Leptosphaeriae* (BREFELD l. c. Heft X. p. 171 ff. und Tab. IV. Fig. 24, 26 u. 28).

3) So kommen *Illosporium*, *Tubercularia*, *Acrostalagmus* und *Verticillium* vereinzelt als Nebenfructification bei *Nectria* vor.

einem *Fusarium* (= Fusisporium) mit cylindrischen, einzelligen Conidien, und die letztere hat *Sepedonium*-artiges Aussehen, deren große kugelige Chlamydosporen am Ende kleiner Hyphenäste gebildet werden. Ich halte es für richtiger, diese beiden Arten mit Rücksicht auf ihre typischen Chlamydosporen der Gattung *Hypomyces* einzureihen. Diese letztere ist nicht scharf von *Nectria* abzutrennen, und dürfte das Vorkommen einer Mikroconidienform und einer Chlamydosporenform für *Hypomyces* ausschlaggebend sein[1]).

Diese Erörterung veranlasst uns auch noch, *Hypomyces Solani* mit in den Bereich unseres Vergleiches hereinzuziehen[2]). *Hypomyces Solani* zeigt zunächst mit Rücksicht auf die Form und den papillösen Hals seiner Perithecien viel Ähnlichkeit mit denen von *Nectria moschata*. Und ebenso wie sie, bildet auch *Hypomyces Solani* eine *Fusarium*-artige Conidienform, das *Fusarium* (Fusisporium) *Solani*[3]). Dagegen besitzt *Hypomyces Solani* eine typische Chlamydosporenform, deren kugelige Makroconidien am Ende kleiner Seitenäste gebildet werden. Die Function dieser Dauersporen sehen wir bei *Nectria moschata* den Gemmen übertragen, die durch Metamorphose vegetativer Hyphenzellen gebildet werden.

Ähnlich wie *Fusarium aquaeductuum* bald saprophytische, bald parasitische Lebensweise führen kann, gilt ein Gleiches auch von *Fusarium Solani*. Wehmer hat, im Gegensatz zu den früher bestehenden Ansichten, dass *Fusarium Solani* nur saprophytisch lebe, gezeigt, dass lebende Kartoffelknollen, wenn sie mit Reinmaterial von *Fusarium Solani* geimpft werden, schon nach 2—3 Wochen durch das in die Kartoffel eindringende Mycel zersetzt werden, um an sogenannter »Trockenfäule« zu Grunde zu gehen.

VIII. Physiologisches.

1. Der Moschusgeruch. Der in dem Pilz enthaltene, nach Moschus riechende Körper, welchem dieser seinen Namen verdankt, tritt nach Angabe Kitasato's (l. c. pag. 366) in Bouillon und Getreideinfusionen am intensivsten auf; wird aber, wie auch ich bestätigen kann, auf jedem Substrat erzeugt. Nach Kitasato ist die aromatisch riechende Substanz des Pilzes mit Alkohol extrahierbar, während nach den übereinstimmenden Angaben von J. Heller und G. v. Lagerheim ein solcher Auszug weder mit Alkohol noch auch mit Äther möglich sein soll.

---

1) Siehe auch Brefeld l. c. Heft X. p. 181.

2) Zur weiteren Orientierung verweise ich auf die unten citierten Arbeiten von J. Reinke und G. Berthold, auf Frank und Wehmer.

3) Das *Fusarium* als Nebenfructification scheint sonst bei *Hypomyces* nicht vorzukommen. Zur weiteren Orientierung über die Conidienbildung bei *Hypomyces* verweise ich auf C. Tulasne's Carpologia Vol. III und auf B. Plowright's Monographie von *Hypomyces*.

Bei längerer Einwirkung auf den menschlichen Organismus übt der Pilz mit seinem Moschusgeruch stets einen nachteiligen Einfluss aus. Eyferth (l. c. p. 692) erwähnt, dass bei Braunschweig der aus den Turbinen kommende Geruch so stark in die Mühlen eindringt, dass die Müller Kopfschmerzen davon bekommen. Und v. Lagerheim (l. c. p. 657) erwähnt, dass er von Erbrechen befallen wurde, nachdem er sich einen Vormittag lang mit seinen zahlreichen *Fusarium*-Culturen beschäftigt hatte.

2. Der rote Farbstoff, der in dem Pilz enthalten ist, ist ebenso wie der moschusartige Körper eine noch nicht näher bekannte Substanz. Er ist (confer. J. Heller) diffus in den Mycelfäden und besonders in den Conidien vorhanden. Beim durchfallenden Licht zeigen die Conidien einen grünlichen Schimmer. Die rote Farbe wird erst dann mit bloßem Auge wahrgenommen, wenn die Cultur ein gewisses Alter erreicht hat; und dann tritt die Rotfärbung zuerst in dem Centrum der Colonie auf. Der Farbstoff ist (nach J. Heller) weder mit Alkohol noch mit Äther extrahierbar. Wohl aber gelang es, aus heiß filtrierten Kartoffelculturen eine rote Färbung des Filters zu erhalten. Nach einigen Tagen jedoch ist die Farbe unter dem Einfluss von Licht und Luft wieder verschwunden.

3. Verhalten des Pilzes zum Sauerstoff. *Fusarium aquaeductuum* ist, wie Heller zeigte, eine *Aërobe*. Er braucht für seine Entwickelung Sauerstoff, der z. T. der Luft, z. T. dem Substrat entnommen werden kann. Durch Bedecken einer Cultur mit einer sterilisierten Glimmerplatte tritt eine sofortige Sistierung des Wachstums ein; und Methylenblau, das der Nährsubstanz zugefügt wurde, verfärbt sich allmählich durch Reduction.

4. Keimfähigkeit der Conidien. Die Keimfähigkeit der Conidien liegt nach J. Heller zwischen — 5° C. und + 38° C., vorausgesetzt, dass denselben die nötige Feuchtigkeit zu Gebote steht. — Durch Austrocknung der Conidien wird deren Keimfähigkeit keineswegs aufgehoben. Conidien, die auf einem sterilisierten Deckgläschen acht Tage lang der Austrocknung ausgesetzt waren, haben, in geeignete Nährlösung verbracht, eine normale Entwickelung ergeben. Das gleiche Resultat erzielte Kitasato mit Conidien, die an einem Seidenfaden einer acht Monate langen Austrocknung exponiert waren.

5. Ursachen der Perithecienbildung. Über die Factoren, welche die Schlauchfruchtbildung bei Ascomyceten begünstigen, ist bis jetzt nur sehr wenig bekannt. Doch vermute ich, dass in erster Linie physikalische Factoren dabei in Betracht kommen. An der Bildung der Perithecien von *Nectria moschata* dürfte vor allen Dingen die hohe Temperatur beteiligt gewesen sein, nebenbei mag auch das feste Substrat irgendwie mitgewirkt haben. Die Culturflaschen, in denen die Perithecien auftraten, wurden auf einem Schrank des Laboratoriums bei mäßiger Belichtung gehalten. Die Perithecien bildeten sich in den Monaten Juni und Juli eines sehr heißen Sommers; also etwa unter einer Temperatur von 20—25° R. In dem dar-

auffolgenden Winter ist es mir nicht mehr gelungen, in ähnlichen Flaschenculturen Schlauchfrüchte des Moschuspilzes zu erhalten, obwohl eine reichliche Mycelbildung eintrat. Für meine Annahme sprechen auch die von A. Schmidt gemachten Beobachtungen hinsichtlich der Schlauchtfruchtbildung von *Sterigmatocystis* (= *Aspergillus*) *nidulans* Eid. Bei einer Temperatur von 33—40° C. tritt die Bildung der Schlauchfrüchte schon innerhalb sechs Wochen im Thermostaten ein. Während bei gewöhnlicher Zimmertemperatur die Schlauchfruchtbildung wesentlich verzögert wird und einen Zeitraum von 4—6 Monaten beansprucht. Dass die chemische Zusammensetzung des Substrats keine wesentliche Rolle bei der Perithecienbildung spielt, das zeigen die vielen von Kitasato (p. 366) angestellten Versuche. Kitasato cultivierte den Pilz auf den verschiedensten Substraten wie: Fleischwasserpeptongelatine, Agar-Agar, Brot, Kartoffeln, Reisbrei, in den Infusen von Erbsen, Bohnen, Linsen, Weizen, Hafer, Roggen und in sterilisiertem Wasser. Es zeigte sich, dass all diese Körper als Nährboden Verwendung finden können, dass aber immer nur Conidienmycelien zur Ausbildung kommen.

IX. Nomenclatur.

Radlkofer, der eigentliche Entdecker des Moschuspilzes, hat denselben zum ersten Mal im Jahre 1863 mit dem Namen *Selenosporium aquaeductuum* belegt. Lange darnach, im Jahre 1889, hat J. Kitasato den Moschuspilz, jedenfalls ohne Kenntnis der schon vorliegenden Beschreibung, als *Fusisporium aquaeductuum* bezeichnet, ein Name, der auch von J. Heller acceptiert wurde. Von Lagerheim jedoch hat zwei Jahre nach Kitasato's Publication richtig erkannt, dass das *Selenosporium aquaeductuum* und das *Fusisporium aquaeductuum* mit einander identisch sind. Mit Rücksicht darauf jedoch, dass Saccardo in seinem Sylloge Fungorum (Vol. IV) die zwei genannten Pilzgattungen mit *Fusarium* vereinigt, bezeichnet v. Lagerheim den Pilz als *Fusarium aquaeductuum*. Aber auch diese Bezeichnung ist nunmehr überflüssig geworden. Ich habe im Vorstehenden zur Genüge bewiesen, dass *Fusarium aquaeductuum* Lagerh. nichts weiter vorstellt als das Conidien bildende Mycel eines Ascomyceten, den ich mit Rücksicht auf den Bau seiner Schlauchfrüchte als *Nectria moschata* bezeichnete.

Citierte Litteratur.

Bandmann, S., Über die Pilzvegetation aus den Breslauer Canalwässern. — 72. Jahresber. der schles. Ges. f. vaterländische Cultur 1894.

Brefeld, O., Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. X. Heft. — Münster i. W. 1891.

Eyferth, B., Zur Entwickelungsgeschichte des *Selenosporium aquaeductuum* Rbh. und Rdlkfr. — Bot. Zeitung, Jahrg. 1882.

Frank, B., Untersuchungen über die verschiedenen Erreger der Kartoffelfäule. — Ber. der deutsch. bot. Ges. 1898, Heft 8.
Glück, H., Über den Moschuspilz und seinen genetischen Zusammenhang mit einem Ascomyceten. — Hedwigia Bd. XXXIV. 1896.
Heller, Julius, Zur Kenntnis des Moschuspilzes. — Centralblatt f. Bakteriologie und Parasitenkunde IX. Bd., 1891.
Kitasato, S., Über den Moschuspilz. — Ebenda Bd. V. Nr. 11, Jahrg. 1889.
Lagerheim, H. v., Zur Kenntnis des Moschuspilzes, *Fusarium aquaeductuum* Lagerheim (*Selenosporium aquaeductuum* Rabh. et Radlk., *Fusisporium moschatum* Kitasato). — Ebenda IX. Bd., 1891, Nr. 20.
Plowright, Ch. B., A Monograph of the British Hypomyces. — Grevillea Vol. XI. Jahrg. 1882.
Radlkofer, L., Über die Verunreinigung eines der Münchener Trinkwässer. — Kunst- und Gewerbeblatt des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, Januarheft 1863.
Reinke, J., und G. Berthold, Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. — Unters. aus dem botanischen Laboratorium der Universität Göttingen, Heft I. Berlin 1879.
Schmidt, A., Über die Bedingungen der Conidien- Gemmen- und Schlauchfruchtproduction bei *Sterigmatocystis nidulans* Eid. — Dissertation. Halle a. S. 1897.
Tulasne, C., Selecta Tungorum Carpologia. — Tom. III. Paris 1865.
Wahrlich, W., Beitrag zur Kenntnis der Orchideenwurzelpilze. — Bot. Zeitung XLIV. Jahrg. 1886.
Wehmer, C., Über die Ursache der sogenannten »Trockenfäule« der Kartoffelknollen. — Ber d. deutsch. bot. Ges. 1896, Heft 3.
—— Die Fusariumfäule der Kartoffelknollen. — Zeitschr. für Spiritusindustrie Bd. XXI. 1898, Nr. 6.
Zopf, W., Zur Kenntnis der anatomischen Anpassung der Pilzfrüchte an die Function der Sporenentleerung. — Halle a. S. 1884.

Figurenerklärung zu Tafel XV und XVI.

Fig. 1. Ein Stückchen Eichenholz mit zahlreichen Perithecien von *Nectria moschata* besetzt; die Perithecien sind von oben gesehen, der Peritheciumhals erscheint demzufolge ringförmig. Schwach vergr.

Fig. 2. Eine Gruppe von Perithecien, die einer Holzlamelle aufsitzen; von der Seite gesehen. Die Perithecienhälse sind infolge von Heliotropismus nach der Lichtseite hin gekrümmt. Der Pfeil deutet die Richtung des einfallenden Lichtes an. 48mal vergr.

Fig. 3. Eine Gruppe von Perithecien, die aus der dichten Myceldecke genommen sind und die demzufolge auch keiner intensiven einseitigen Belichtung ausgesetzt waren. Die Perithecienhälse sind gerade. Das links befindliche Perithecium hat zwei Hälse. 48mal vergr.

Fig. 4. Ein Perithecium von *Nectria moschata* von außen gesehen. Die untere, kugelige Partie ist von zahlreichen Hyphen umsponnen; der Hals ist mit zahlreichen, kugeligen Papillen besetzt, welche die Enden von Hyphenfäden darstellen. Der oberste Teil des Halses ist konisch und besteht aus feinen Pilzhyphen, die radiär um das Ostiolum angeordnet sind. 192mal vergr.

Fig. 5. Ein Perithecium von *Nectria moschata* im Längsschnitt. Der Bauchteil des Peritheciums ist erfüllt von zahlreichen Schläuchen; während der Halsteil dicht mit Periphysen ausgekleidet ist, die nach der Mitte zu convergieren; 192mal vergr.

Fig. 6 zeigt die angeschwollenen Hyphenenden, welche den Peritheciumhals nach außen zu umgeben bei stärkerer Vergrößerung. 600mal vergr.

Fig. 7. Zwei isolierte Asci von *Nectria moschata*. Das obere Ende der Asci ist flach und die Membran ist nach innen zu gefaltet. 910mal vergr.

Fig. 8 *a—c*. Entwickelung der Ascus-Sporen von *Nectria moschata*.
a) zeigt vier reife Schlauchsporen, drei von ihnen sind zweizellig und die vierte ist einzellig.
b) zeigt drei Schlauchsporen, die 10 Stunden lang in der Nährlösung verweilten und die kurz vor der Auskeimung semmelförmig angeschwollen sind.
c) zeigt ein etwas älteres Stadium. Die 5 Sporen haben kurze Keimschläuche getrieben, die an der Spitze oder an der Seite der einen Sporenhälfte sich gebildet haben. Alles 600mal vergr.

Fig. 9 zeigt 4 Sporen nach 24stündigem Aufenthalt in der Nährlösung. Die Sporen haben 1—4 Keimschläuche getrieben von verschiedener Länge, die schon durch Quersepten geteilt sind. Die Figur rechts außen zeigt, abgesehen von zwei einfachen Keimschläuchen, auch zwei, die eben im Begriffe sind, Seitenäste zu erzeugen. Alles 600mal vergr.

Fig. 10 *a* u. *b*. Zwei ausgesäte Sporen, nachdem sie 36 Stunden lang in der Nährlösung verweilten. In *a* hat der nach unten zu sehende Seitenast 3 Conidien gebildet, die sich bereits losgelöst haben von ihren Sterigmen, während dem zwei andere (= *c*), deren eine Spitze nach oben zu sieht, noch mit dem Mycel verbunden sind. Die in dem Mycel enthaltenen runden Körper sind Fetttropfen. Sp. = Spore. 600mal vergr.

Fig. 11. Zwei Conidienträger, die in einer Objectträger-Cultur im Zeitraum von 3 Stunden während der Conidienbildung beobachtet wurden. In *a* sind die beiden Conidien (1 u. 2) noch mit den Sterigmen in Verbindung, während in *b* dieselben Conidien bereits von ihren Sterigmen sich losgetrennt haben. 60 mal vergr.

Fig. 12. Stück eines Mycelfadens, an dem auf winzigen lateralen Sterigmen (= *S*) die Sichelconidien gebildet werden. *c* = 2 in Bildung begriffene Conidien. Außerdem sind 3 bereits vom Mycel losgetrennte, reife Conidien sichtbar. 600mal vergr.

Fig. 13. Pilzmycel des *Fusarium aquaeductuum*, das auf einem Objectkörper gezüchtet wurde. Die einzelnen Hyphen sind durch Anastomosenbildung mit einander in Verbindung getreten. 600mal vergr.

Fig. 14 u. 15. Mycelfäden von *Fusarium aquaeductuum*, die in die Luft ragende Conidienstände gebildet haben. In Fig. 14 trägt das Mycel sehr einfach gebaute Conidienstände, die sich nicht oder nur wenig verzweigen. Mit *s* sind die Sterigmen bezeichnet, die an ihrer Spitze durch Sprossung die Conidien bilden. *c* = in Bildung begriffene Conidien. *C* = fast reife Conidien.

Fig. 15. Ein ähnlicher Mycelfaden wie in 14. Links ein größerer, complicierter Conidienstand, rechts zwei einfach gebaute.

Fig. 16. *a* drei sichelförmige Conidien des *Fusarium aquaeductuum*. Zwei von ihnen sind zweizellig, die dritte ist einzellig. 600mal vergr. *b* vier »Microconidien«. 600mal vergr.

Fig. 17 *a—c*. Keimende Sichelconidien von *Fusarium aquaeductuum*. *a* zeigt 2 Sporen mit beginnender Keimung; eine jede hat an ihrer einen Spitze eine kurze, cylindrische Ausstülpung gebildet; *b* zeigt eine Spore, die an dem einen Ende einen Keimschlauch trägt, der etwa $2^1/_2$mal so lang ist als die Spore, aber noch ungegliedert ist; *c* zeigt ein ganz ähnliches Stadium wie *b*, nur ist der Keimschlauch mit 3 Septen versehen. Alles 600mal vergr.

Fig. 18 zeigt eine Conidie, die an ihrer Spitze an Stelle eines Keimschlauches eine neue Conidie gebildet hat. 600 mal vergr.

Fig. 19. Conidiencomplexe, die während der Keimung gebildet worden sind. In *b* sind 17 Conidien zu sehen, die durch zahlreiche Anastomosen in gegenseitige Verbindung getreten sind. Bei + ist eine zweizellige Conidie. In *a* sind zwei zweizellige Conidien sichtbar, die an den Polenden mit einander anastomosierten. 600mal vergr.

Fig. 20. Gemmenbildungen des Moschuspilzes aus einer 9 Monate alten Agarcultur. Die Gemmen haben kugelige, birnförmige, elliptische oder bisquitförmige Gestalt (letztere bei *b*); bei *k* ist eine aus 2 halbkugelförmigen Gemmen zusammengesetzte Gemme. Die oberste Gemme in Nr. 3 und die unterste Gemme in Nr. 4 schließt je einen großen Fettkörper ein; alle übrigen schließen zahlreiche Fetttröpfchen ein. *v* sind abgestorbene, vegetative Zellen, die ebenfalls ein paar winzige Fetttröpfchen einschließen. Alles ist 600mal vergr.
